

Juego de cartas implementado con Agentes Inteligentes

Taihú Pire¹ – Jesús Mauricio Chimento² – Joaquín Fernandez³

1 <taihu@fceia.unr.edu.ar>

2 <jesusmc@fceia.unr.edu.ar>

3 <joaquin.f.fernandez@gmail.com>

Universidad Nacional de Rosario.
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.

Docentes:

Dra. Ana Casali

<acasali@fceia.unr.edu.ar>

Lic. Federico Guimpel

<rumpel@fceia.unr.edu.ar>

Juego de cartas implementado con Agentes Inteligentes

Resumen Este trabajo fue realizado como trabajo de fin de curso de la materia Introducción a la Inteligencia Artificial, correspondiente a la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación, de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR).

En el mismo se implementó el juego de cartas *Tute Cabrero* para tres jugadores (uno humano y dos virtuales), utilizando el Entorno de Desarrollo Integrado (I.D.E.) *QT* para el lenguaje de programación C++. Dicho software se desarrolló con una arquitectura de *Agentes Inteligentes*, tanto para los jugadores virtuales (agentes competitivos), como para una entidad neutral llamada *Control* (agente cooperativo) encargada del correcto funcionamiento del juego.

1. Introducción

Los juegos han tenido un rol importante en la Inteligencia Artificial (IA) desde sus comienzos. A su vez, las técnicas de IA han impactado en el desarrollo de los juegos por computadora. Es más, en muchos casos, puede afectar la venta y la popularidad de uno de estos juegos negativamente o, por contrario, ubicarlo entre los más populares del momento.

Hay diferentes técnicas de IA que se han utilizado en distintos juegos: sistemas de reglas de control, sistemas de reglas de producción, búsqueda heurística, métodos probabilísticos, redes neuronales, etc.

En este trabajo se desarrolló un juego por computadora, llamado *Tute Cabrero*, donde se hizo uso de una arquitectura de *Agentes Inteligentes* cuyo comportamiento estará definido a partir de conjuntos de reglas de control (i.e. sentencias IF/THEN) para modelar la IA. Cabe destacar que este software fue desarrollado bajo la licencia *GNU GPL*, lo que permite su modificación y redistribución.

Este documento está constituido de la siguiente manera: en la sección 2 se discuten algunos conceptos básicos de Inteligencia Artificial; en la sección 3 se explica como se juega el *Tute Cabrero*; en la sección 4 se muestran detalles generales de implementación; en la sección 5 se describe la estrategia del juego; en la sección 6 se mencionan distintas pruebas que fueron realizadas para testear la correcta ejecución del juego; finalmente en la sección 7 se da una breve conclusión del trabajo.

2. Conceptos Previos

Antes de describir como funciona la IA del *Tute Cabrero* primero debemos dejar en claro algunos conceptos previos necesarios para entender por completo el comportamiento del juego, como el de Agentes Inteligentes y Sistemas Multiagentes [1].

Agentes Inteligentes

Si bien existen muchas definiciones para este término, aquí tomaremos como definición de Agentes Inteligentes, a toda entidad que posea las siguientes características generales [1]:

- Es capaz de percibir el entorno.
- Posee una representación parcial del entorno.
- Es capaz de actuar sobre el entorno.
- Puede comunicarse.
- Posee un conjunto de objetivos que gobiernan su comportamiento.
- Posee recursos propios.

Para poder aplicar dicho concepto debemos estar situados en un escenario en donde:

- El mundo esté compuesto por entidades autónomas.
- Estas entidades interactúan entre sí y con el entorno.

Sistemas Multiagentes

Cuando se hace referencia a la idea de agente, surgen dos ámbitos de trabajo¹:

- El agente en sí mismo (Comportamiento “personal”)
- Los conjuntos de agentes (Comportamiento “social”)

Dentro de un sistema basado en agentes, los mismos interactúan entre sí ya sea de una manera cooperativa o competitiva. Esto da lugar al concepto de *Sistemas Multiagentes*.

Un Sistema Multiagentes puede ser descompuesto en componentes de software modulares y de funciones específicas, es decir, es concebido como una organización de agentes donde cada entidad puede compartir conocimientos sobre un problema y sus posibles soluciones, compartir una meta o tener metas independientes, etc. En esta clase de sistemas, la coordinación suele ser la que abarca la mayor parte del desarrollo.

3. El juego

A continuación se explica en detalle las reglas y modo de juego del Tute Cabrero [2]. Esto es clave para comprender el comportamiento de los agentes involucrados en el juego.

¹ Observar que dichos comportamientos son propios del ser humano.

3.1. Mecánica del juego

1. El Tute Cabrero se juega con un mazo de cuarenta cartas españolas. Pueden participar entre tres y seis jugadores². En cada mano pierde al menos un jugador, acumulando un *Poroto*. Cuando un jugador tenga cuatro porotos se retira del partido. El partido termina cuando quedan menos de tres jugadores (ya no se puede seguir jugando).
2. El partido se organiza en manos. Las manos se dividen en jugadas. En cada mano se reparten todas las cartas, se juegan tantas jugadas como cartas se hayan repartido por jugador, se cuentan los puntos levantados y se determina quiénes pierden la mano.
3. En cada mano queda determinado el palo del triunfo, en el siguiente orden: *oro*, *copa*, *espada* y *basto*. Este ciclo se repite durante todo el partido, las cartas pertenecientes al palo del triunfo, matan a cualquier carta de los restantes palos.
4. La mano se divide en jugadas. En la primera jugada empieza tirando una carta el jugador que es mano, esa es la carta que salió. Los demás jugadores, en orden, empezando por el de la derecha del que salió, tiran una carta. El que tiró la carta que mata se lleva todas las cartas y las apila boca abajo junto a él. Ahí termina la jugada. El que se llevó la jugada es el que empieza tirando en la jugada siguiente.
5. En cada jugada mata la carta de valor más alto del palo que salió (el palo de la primera carta tirada en la jugada) con excepción de que alguna de las cartas jugadas sea de triunfo. En este caso mata la carta más alta de triunfo.
6. Valor de las cartas: Los ases valen 11 puntos; los tres valen 10; los reyes, 4; los caballos, 3; las sotas, 2; el resto vale 0. Pero para determinar qué carta mata, el orden de las cartas sin valor es: siete, seis, cinco, cuatro y dos.
7. El jugador que comienza la jugada puede tirar la carta que desee. Los demás jugadores deben responder al palo (jugar una carta del mismo palo que salió) y matar (tirar una carta que mate a todas las que ya fueron tiradas en la jugada). De no poder cumplir estas dos obligaciones simultáneamente, debe cumplirse la primera (responder al palo), si no se puede cumplir la primera, debe cumplirse la segunda (matar, o sea, en este caso, tirar un triunfo más alto que los triunfos que se hayan tirado). De no poder cumplir ninguna de las dos, jugará cualquier carta. Aclaración: En una mano en la que no se salió con triunfos pero sí se han jugado triunfos, si el jugador al que le toca jugar no tiene cartas del palo que salió y tiene triunfos pero ninguno más alto que los jugados; no está obligado a tirar triunfo, puede tirar la carta que desee.
8. Si un jugador hace todas las jugadas (se lleva todas las cartas de la mano), se dice que hizo capote. Pierden todos los demás jugadores.
9. Si las jugadas se reparten entre dos jugadores el que haya hecho menos puntos de los dos es el que pierde la mano (se dice que el otro ganó a Más).
10. Si las jugadas se reparten entre más de dos jugadores, pierden los jugadores del medio o sea, todos los que hayan levantado cartas salvo el que haya sumado más puntos (se dice que ganó a Más) y el que haya sumado menos puntos (se dice que

² Como el programa aquí presentado esta pensado para que juegue un humano, se tomo el mínimo número de jugadores posibles, dado que en el caso de que este pierda el partido, no deba esperar que el resto de los jugadores termine.

4

ganó a *Menos*). Los que no han levantado cartas no cuentan. Ejemplo, jugando cinco jugadores si sólo tres han levantado cartas pierde uno solo (el del medio), si cuatro han levantado cartas pierden dos (los del medio), si los cinco han levantado cartas pierden tres (los del medio). Así siempre se salvan uno a más y uno a menos.

11. El que se lleva la última jugada se anota las diez de última, o sea, suma 10 puntos al valor de las cartas que haya levantado.
12. En la primera mano el jugador que tiene el dos de oro es mano y oro es el palo de triunfo. En las manos subsiguientes repartirá el jugador que fue mano la mano anterior y será mano el que está sentado a su derecha.

3.2. Los cantos

1. Si un jugador tiene en la mano los cuatro reyes o los cuatro caballos tiene *tute*. Si tiene el rey y el caballo de triunfo tiene *las cuarenta*. Si tiene un rey y un caballo del mismo palo tiene *las veinte* en ese palo.
2. El jugador que acaba de ganar una jugada, antes de tirar la carta de la siguiente jugada puede cantar, tute, las veinte o las cuarenta si aún conserva en la mano las cartas del canto (no ha jugado ninguna en la última jugada ni en sus anteriores). En ningún caso es obligatorio cantar.
3. El jugador que canta tute gana la mano. Pierden los otros jugadores.
4. El jugador que canta las cuarenta tiene al final de la mano 40 puntos extra que se suman al valor de las cartas levantadas. Lo mismo para las veinte.
5. En una jugada se puede cantar las cuarenta y todas las veinte que se tengan en mano.
6. Los cantos son optativos (cantan sólo los que van a Más) en cambio las diez de última son obligatorias.

3.3. El juego según la cantidad de jugadores

Cuando se juega entre tres jugadores se reparten todas las cartas menos una.

1. En la primera mano del partido esta carta se pone boca abajo en la mesa. El jugador que tiene el dos de oro lo cambia por la carta boca abajo sin mostrarla al resto. El dos de oro permanece boca arriba durante toda la mano y no forma parte del juego. Si nadie tiene el dos de oro, porque es la carta boca abajo, no se hace nada. En cualquier caso es mano el jugador que posea el siete de oro.
2. En las subsiguientes, el jugador que este a la derecha del anterior jugador mano, será mano.

Este juego también puede ser jugado por más de tres jugadores (hasta seis), hecho que puede introducir algunos pequeños cambios en los puntos anteriores. Sin embargo, como el juego fue desarrollado solo para tres jugadores (el usuario y dos jugadores virtuales) no analizaremos dichos cambios. De todas formas, los mismos pueden ser consultados en [2].

3.4. En caso de empate

En cada mano, cuando por ocurrir empate en los puntos de los jugadores no quede ningún jugador en el medio, pierden los jugadores que han empatado. Esto puede ocurrir en dos casos:

1. Cuando todos los jugadores que han levantado cartas tienen el mismo puntaje. En este caso ninguno ha ganado a más, pierden todos los que han levantado jugadas.
2. Cuando los jugadores que han levantado cartas han empatado o bien en el mayor puntaje o bien en el menor y no hay nadie que haya quedado en el medio. En este caso nadie ha ganado a Más ni a Menos. Pierden todos los que han levantado jugadas.

3.5. Fallo

1. Cuando un jugador, pudiendo cumplir con sus obligaciones de responder al palo o matar no lo haya hecho ha fallado. Pierde la mano y se le anota una mano en contra (es como si hubiese perdido una mano).
2. No está permitido jugar antes de tiempo, ni mostrar cartas de la mano, ni revisar las jugadas levantadas (excepto la última). Tampoco está permitido dar indicaciones sobre qué cartas o palos jugar o hacer acordar que se puede cantar o salir a cortar los cantos (jugar de modo de obligar al posible tenedor de un canto a jugar una de esas cartas).

3.6. Escala, puntaje y orden de triunfos

El orden en que deben ir variando los triunfos de una mano a otra es: Oro, Copa, Espada y Basto. En caso de que se jueguen más de cuatro manos se repite el ciclo.

La escala y el puntaje de las cartas es el siguiente:

N° Carta	Puntos
1	11
3	10
12	4
11	3
10	2
7	0
6	0
5	0
4	0
2	0

4. Implementación

En esta sección explicaremos algunos detalles generales de la implementación [3] a tener en cuenta, como por ejemplo la arquitectura de los agentes que intervienen en el juego.

6

4.1. Detalles Generales

El juego fue desarrollado solo para tres jugadores: el usuario del mismo y dos jugadores virtuales. Para la implementación de este juego se utilizó el Entorno de Desarrollo Integrado (I.D.E.) *QT* [4] para el lenguaje de programación C++ [5]. En la figura 1 se muestra la interfaz gráfica mediante la cual el usuario interactúa con el juego.



Figura 1. Interfaz gráfica

Cabe destacar que el juego está hecho bajo la licencia *GNU GPL*, permitiendo su modificación y redistribución. El código fuente escrito en este trabajo puede ser descargado, en su totalidad, de [3]. Además, en [6] se encuentra una versión ejecutable del juego para el sistema operativo Ms. WindowsTM.

4.2. Agentes Inteligentes

Tipos de Agentes

En nuestro sistema podemos visualizar claramente los dos tipos de agentes: el agente de control del juego (agente cooperativo) denominado *agente de control* y los agentes jugadores (agentes competitivos) los cuáles son denominados *jugadores virtuales*. En la figura 2 se muestra la interacción entre los agentes antes mencionados y el usuario.

El control es el encargado de llevar a cabo el correcto funcionamiento del juego, es decir, después de cada jugada se fija quien gana, los puntos obtenidos por el ganador y detecta la existencia de *fallo*. En cada mano es el responsable de actualizar el triunfo, la cantidad de porotos de cada jugador, verificar si el partido termino, repartir las cartas y fija quien es el jugador “mano”. El agente control se comunica, mediante eventos, tanto con la GUI como con los jugadores.

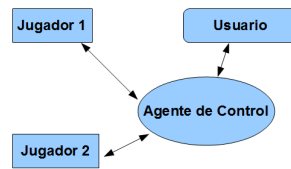


Figura 2. Intereacción entre los distintos tipos de agentes.

Cada jugador virtual tiene como objetivo ganar el juego, para esto no sólo debe respetar su turno, si no también cumplir las reglas del juego. En cada jugada, el jugador decidirá si ir a Más o ir a Menos, según su estado (cantidad de puntos acumulados, cantidad de puntos en mano, etc), estado del entorno (jugada actual, jugada anterior, etc) y el nivel de dificultad (Novato, Medio ó Experto) elegido por el usuario del juego al inicio del mismo.

Entorno

El entorno esta comprendido por la interfaz de usuario, un conjunto de variables globales propias del juego (como el número de porotos, cantidad de puntos y turno de cada jugador. Junto con el palo del triunfo, número de jugada, jugada actual y jugada anterior) y variables de condición (no propias del juego) utilizadas para la sincronización de los agentes.

5. Descripción de la Estrategia del Juego

5.1. Estrategias de los Jugadores

Todos los jugadores comparten la misma secuencia de acciones para jugar y la misma estrategia de sincronización, que a su vez, es manejada por el agente encargado del control del juego. La diferencia entre ellos consiste en su nivel de conocimiento del juego y como evalúan lo que el entorno les ofrece. Dentro de este marco las condiciones generales de ejecución son estas:

1. En todo momento del juego, cuando el jugador se ejecuta, se fija primero si es su turno de jugar, en caso de no ser así, espera que se dé esta situación.
2. Cuando es su turno para jugar, se deben manejar los distintos escenarios del juego, que se enumeran luego.
3. Luego tiene que jugar la carta, evaluando las diferentes situaciones de juego posibles.
4. Por último, tiene que actualizar el turno para poder proseguir con el juego y esperar que le toque jugar nuevamente.

Cuando el jugador tiene que jugar una carta, se pueden diferenciar tres situaciones, a saber:

1. Cuando comienza la mano, es decir, tiene que tirar la primer carta.
2. Cuando debe alzar las cartas, y tiene que decidir con que carta salir, esta es la situación más difícil del juego, y en donde se puede aplicar el conocimiento que se tiene del entorno y su conocimiento personal para intentar establecer una estrategia que lo beneficie.
3. Cuando el jugador no es el que sale en la jugada, y las cartas posibles de jugar se obtienen de acuerdo a las reglas del juego. La complejidad de la decisión en esta situación no es la mayor, ya que no puede jugar cualquier carta.

Además, otra decisión estratégica compartida, es que cada vez que un jugador tiene que jugar una carta, debe definir si intentará ganar sumando la mayor cantidad de puntos posibles o la menor. Esta es la primer resolución que tiene que tomar, y esto varía dependiendo de su percepción del entorno y las diferentes medidas de éxito que manejan. En caso de que el jugador decida tratar de ganar sumando la mayor cantidad de puntos posibles y sea el primer jugador de la jugada, tiene que controlar la cantidad de puntos que tienen en sus cartas para cantar.

A partir de estos criterios, evaluaremos las decisiones de los distintos niveles de jugadores. Cabe destacar que el desarrollo de las estrategias compartidas correspondientes a los distintos niveles de juego, fueron implementadas principalmente para poder diferenciar la forma en que interactúan los distintos agentes con el entorno, sin tener en cuenta las múltiples posibilidades que ofrece el juego. Sin embargo, la implementación permite agregar reglas en los diferentes niveles de juego para incrementar el nivel de dificultad actual del mismo, sin afectar la idea general del desarrollo. Esto es así dado que las reglas de cada nivel de juego fueron implementadas como un conjunto de sentencias de control, por lo que agregar una nueva regla en uno de estos niveles sería simplemente incluir un nuevo elemento en el conjunto correspondiente a dicho nivel.

5.2. Reglas Jugador Novato

En este nivel se intenta representar el comportamiento de un jugador novato. Su conocimiento del juego es limitado, y solamente utiliza reglas básicas para jugar. Su éxito en el juego depende en gran parte en las cartas que le sean repartidas. La estrategia de este jugador para las tres situaciones definidas anteriormente son estas:

1. Se fija si la cantidad de puntos que tiene en sus cartas es mayor a 35³. Si esto es así, intentará ganar sumando más puntos, si no, intentará hacerlo sumando menos puntos.
2. Evalúa la distancia entre el jugador que más puntos tiene contra sus puntos en el juego más los que tiene en mano y hace lo mismo con el jugador que menos puntos tiene. Luego compara estas distancias, y opta por la opción que está a menor distancia. Basado en esto, juega la carta disponible más alta o la más baja respectivamente.
3. Se obtienen las cartas posibles para jugar, de acuerdo a las reglas del juego y juega la carta mayor que tenga disponible si intenta ir a Más o la menor en caso contrario.

³ Este valor es una aproximación del promedio del número total de puntos (120 puntos) que cada jugador puede tener al inicio del juego.

5.3. Reglas Jugador Medio

En este caso, se utiliza mejor la información que provee el entorno y su información sobre el juego, es por esto que se pueden establecer mejores estrategias.

1. En este caso, se obtiene la cantidad de puntos que tiene en la mano, pero además se suma la cantidad de cartas del palo del triunfo que se tengan, pesadas por un promedio de puntos que se pueden obtener con las mismas. Esta es una mejor aproximación de la cantidad de puntos que se pueden sacar, ya que las cartas del palo del triunfo, matan a todas las contrarias, independientemente de su valor, salvo por una carta de triunfo mayor. Luego de esto, decide si va a Más o a Menos, y juega la carta más alta en el primer caso, y la más baja en el segundo.
2. En este caso, para decidir si se va a Más o a Menos, se toma la distancia igual que en el caso del jugador novato, pero se tiene en cuenta la cantidad de cartas del palo del triunfo en mano. Una vez decidido esto, si se va a Más intenta jugar una carta que mate a las demás y del palo que tenga menor probabilidad de fallo, es decir, el palo en el cuál se hayan jugado menos cartas, para hacer esto, tiene en cuenta las cartas que se han jugado durante la mano y las cartas que tiene en mano. Si no encuentra ninguna carta que cumpla con esta condición, juega la carta menor que tenga, con el objetivo de no dar puntos a sus competidores por sumar más puntos. Cuando se va a menos, intenta jugar la mayor carta del palo del triunfo que no mate, ya que son las cartas con las que tiene más posibilidades de alzar, y en caso de no tener cartas del palo del triunfo, juega la menor carta disponible.
3. Si se va a Más, intenta tirar la carta mayor, siempre dentro de las cartas posibles, siempre y cuando pueda matar a las cartas jugadas. En caso de no poder matar, juega la carta más baja disponible, para no dar puntos a los contrincantes. Si se va a Menos, juega la carta menor disponible, excepto en el caso donde no puede responder al palo y no tiene triunfos en la mano, donde tira la carta más alta disponible con el fin de no alzar en las jugadas siguientes.

5.4. Reglas Jugador Experto

En este caso, intentamos reflejar el comportamiento de jugador experto, donde se saca el mayor provecho de la información que provee el entorno (cuáles son las cartas jugadas por sus oponentes, la cantidad de cartas jugadas de cada palo, cuál es su principal competidor, quién está más cerca de perder, etc.) y de su estado individual para establecer su estrategia de juego.

1. La decisión es idéntica a la del jugador medio. Dado que todavía no se han jugado cartas y no se puede sacar ventaja de la información disponible.
2. Para definir si se va a Más o a Menos, utiliza la misma heurística que el jugador medio. Una vez hecho esto, si se va a Más, primero calcula la cantidad de cartas ganadoras que tiene de cada palo, pero a diferencia del jugador medio, tiene en cuenta si sus oponentes fallaron en ese palo. En caso de no encontrar ninguna carta ganadora, juega la menor carta del palo que más puntos se han jugado, si su competidor respondió a ese palo, con esto evita salir en un palo tal que su competidor pueda alzar.

Si encuentra cartas del palo, considera primero la posibilidad de que existas cartas del palo del triunfo en juego. Luego intenta jugar la carta que mate del palo del triunfo correspondiente, y en caso de no tener ninguna, juega cualquiera de las cartas que matan. Cuando no hay cartas del palo del triunfo en juego, salvo las del mismo jugador, la situación es más fácil, dado que ningún oponente puede ganar la jugada, luego, en este caso, trata de jugar primero las cartas del palo del triunfo y si no tiene ninguna, juega cualquiera de las que matan.

Si el jugador se va a Menos, intenta primero, jugar una carta del palo que menos puntos se han jugado, y tal que su competidor no pueda responder a ese palo, intentando con esto que sume más puntos. En caso de no tener ninguna carta que cumpla con esta condición, juega la carta menor que tenga en mano.

3. En esta situación, como el jugador debe respetar las reglas del juego. La carta a jugar se define de igual manera que en el caso del jugador medio.

6. Testing del Juego

Para verificar el correcto funcionamiento del juego, en primer lugar, se llevaron a cabo diferentes partidas donde solo interactuaron jugadores virtuales y el agente de control. De esta manera, controlamos que las diferentes reglas de las estrategias se apliquen de acuerdo al nivel del juego al que pertenecen. Luego, incorporamos al usuario a las partidas y se chequeó que este interactúe correctamente con los otros componentes del juego. Finalmente, contamos con la experiencia de diferentes personas que accedieron a la distribución del juego las cuales aportaron comentarios que sirvieron para mejorar las diferentes estrategias del juego y la interfaz gráfica del mismo.

7. Conclusión

En este trabajo se desarrolló un juego por computadora, llamado Tute Cabrero, donde se hizo uso de una arquitectura de *Agentes Inteligentes* cuyo comportamiento estará definido a partir de conjuntos de sentencias de control. El juego cuenta con un agente cooperativo, denominado *Agente de Control*, cuya función es lograr la correcta interacción entre los jugadores virtuales (i.e. agentes competitivos) y el jugador humano. Además, este fue implementado de manera tal que las estrategias de los jugadores virtuales se puedan ir mejorando simplemente al agregarse nuevas reglas en las mismas. Finalmente, el código fuente del juego se encuentra disponible en [3].

Referencias

1. Stuart Russell and Peter Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2nd edition edition, 2003.
2. Tute Cabrero (información general). www.tute.com.ar.
3. Tute Cabrero (código). <http://sourceforge.net/projects/tute/>.
4. QT Online Reference Documentation. <http://doc.qt.nokia.com/>.
5. Jasmin Blanchette and Mark Summerfield. *C++ GUI Programming with Qt 4 (2nd Edition) - The official C++/Qt book*. Prentice HALL, 2008.
6. Tute Cabrero. Versión ejecutable para Ms. WindowsTM. <http://www.mediafire.com/?unwdjnmajm>.